Volume 7. No.2 Oktober 2021
P p. 163 - 171

Kapasitas Lentur Balok Beton Ringan Dengan Penambahan Serat Ijuk

Mufti Amir Sultan*[1], Erwinsyah Tuhuteru[2], M. Fadli Fajar Abdullah[3]
[1,2]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun, Ternate
[3]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun, Ternate
e-mail: ***[1]muftiasltn@unkhair.ac.id**, [2]erwinsyah@unkhair.ac.id, [3]fadlifajar1212@gmail.com

Abstract

Lightweight concrete is concrete that has a specific gravity that is lighter than ordinary concrete. Lightweight concrete can be interpreted as concrete that has a volume weight between 1400-1850 kg/m^3. The use of materials that have a light density in the concrete mix will reduce the overall weight of the concrete, thereby reducing the dimensions of the structure and can reduce structural loads, especially dead loads. Pumice or pumice is an aggregate that is classified as light aggregate. This type of stone is widely spread in the North Maluku region. In this study, pumice stone was used as a coarse aggregate for making concrete, the use of pumice as a coarse aggregate tends to reduce the compressive strength, so fiber fibers were used as an added material to the concrete mixture so that fiber concrete was obtained. . This study uses experimental methods, cylindrical specimens with 15 cm and height 30 cm for compressive strength testing, beam test specimens with a size of 15 cm x 20 cm x 120 cm for flexural strength testing. The reinforcement in the concrete beam is varied with variations of 2 reinforcement, 3 reinforcement and 4 reinforcement. The test results show that the use of palm fiber as an added material for the manufacture of lightweight concrete can increase the compressive strength of concrete by 11.70% against lightweight concrete without fibers. The addition of 4 reinforcement at the bottom of the beam tends to increase the capacity of the lightweight concrete beam by 3.28%.

Keywords—*Pumice, Palm fiber, Concrete beams, Flexural capacity*

1. PENDAHULUAN

Beton sebagai bahan konstruksi bangunan sipil sangat populer digunakan, karena beton memiliki beberapa keunggulan bila dibandingkan dengan bahan-bahan konstruksi lain, di antaranya karena bahan-bahan yang digunakan adalah material lokal, harga yang relatif murah, dalam proses pembuatannya mudah dibentuk, memiliki kemampuan dalam menahan gaya tekan yang tinggi, serta daya tahan terhadap lingkungan dan cuaca yang baik. Material beton memiliki kelemahan yaitu berat volumenya yang besar sehingga menyebabkan beban mati dari struktur menjadi besar. Untuk mengatasi masalah ini maka saat sekarang banyak dikembangkan beton ringan, yaitu jenis beton yang memiliki berat volume antara 1400-1850 kg/m^3 [1].

Memperoleh beton ringan maka dalam proses pembuatannya umumnya menggunakan agregat ringan yang berasal dari alam seperti tufa, skoria dan batu apung. Selain agregat ringan dari alam ada pula berupa agregat ringan buatan seperti *fly ash*, abu sabah, tanah liah, terak dari peleburan besi, vermikulit, perlit, batu lempung dan batu serpih [2]. Agregat ringan buatan yang berasal dari pembakaran lempung berkah seperti ALWA atau *artificial light weight coarse aggregate* [3][4]. Selain dengan menggunakan agregat ringan untuk memperoleh beton dengan

berat jenis masuk kategori beton ringan dapat digunakan teknologi *foam* yaitu dengan penambahan gelembung udara didalam beton menggunakan *foaming agent* yang disebut sebagai *lightweight foamed concrete* atau LFC [5].

Penggunaan batu apung sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton menghasilkan berat beton yang cenderung turun, namun kuat tekan juga cenderung menurun [6][7]. Mengingat sifat kuat tekan yang cenderung turun namun berat yang ringan maka batu apung dapat digunakan pada elemen struktural seperti dinding dalm bentuk material bata semen atau beton pengisi [8][9][10].

Salah satu usaha untuk memperbaiki sifat dari kelemahan beton yaitu tidak mampu menahan gaya tarik, dimana nilai kuat tarik beton berkisar 9% -15 % dari kuat desaknya seperti yang diungkapkan oleh Dipohusodo [11] adalah dengan menambahkan serat. Penambahan serat dapat memperbaiki sifat beton seperti dengan penambahan serat besi atau kawat bendrat [12], atau penggunaa serat *nylon* pada campuran beton [13] [14] dan serat kaca [15]. Selain serat buatan penggunaan serat alam juga telah diteliti dan menghasilkan kecenderungan untuk memperbaiki sifat beton seperti penggunakaan serat sabut kelapa dimana penggunaan jenis serat ini mengahsilkan kuat tekan dan kuat lentur balok yang cenderung lebih baik [16] [17]. Penggunaan serat alam lainnya seperti serat bambu, serat ini dapat memperbaiki kuat tarik belah dan kuat tekan beton [18][19] dan serat ijuk yang juga menghasilkan kuat tekan yang lebih baik dibandingkan beton normal [20] [21].

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka pada penelitian ini digunakan serat ijuk pada beton ringan yang menggunakan batu apung agregat kasar.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini umumnya berasal dari wilayah Provinsi Maluku Utara, kecuali semen yang merupakan material pabrikasi. Material yang digunakan adalah : Semen Portland dengan berat 50 kg/zak, kondisi semen tertutup rapat dan tidak terjadi penggumpalan. Agregat kasar atau batu apung berasal dari quarry desa Rum pulau Tidore, agregat halus dari quarry Kalumata (ex galian) di pulau Ternate, serta serat ijuk yang berasal dari pulau Bacan. Air berasal dari PDAM dengan pengamatan tidak berbau dan jernih. Tulangan baja yang digunakan tulangan diameter 6 mm untuk tulangan tekan dan 8 mm untuk tulangan tarik.

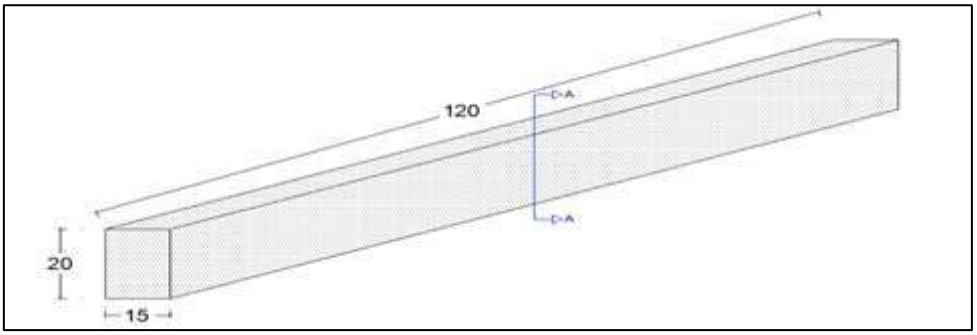
Peralatan yang digunakan yaitu *Compression Testing Machine*, *Hydraulic Concrete Beam Testing*, mesin pencampur bahan (mixer atau molen), cetakan berbentuk selinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, cetakan berbentuk balok 15 cm x 20 cm x 120 cm, slump test, timbangan, bak Perendaman, mistar dan alat penggetar.

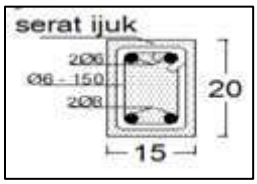
2. 2 Desain Benda Uji

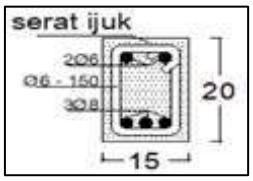
Benda uji yang direncanakan sebagai berikut :

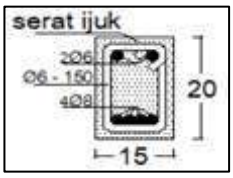
1. Silinder dengan ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm, untuk pengujian kuat tekan sebanyak 15 buah untuk masih-masing jenis beton ringan, seperti ditunjukkan pada gambar 1;
2. Balok ukuran 15 cm x 20 cm x 120 cm, untuk pengujian kuat lentur sebanyak 3 buah untuk masing-masing variasi tulangan, detail balok ditunjukkan pada gambar 2.

Gambar 1. Benda Uji Silinder









a. Balok tipe 1 (B1) b. Balok tipe 2 (B2) c. Balok tipe 3 (B3)

Gambar 2. Benda Uji Balok

2. 3 Rencana Adukan Campuran Beton Ringan

Kebutuhan bahan campuran dalam pembuatan sampel benda uji seperti pada tabel 1, kebutuhan serat ijuk sebesar 2,5% dari berat semen. Metode pencampuran dengan mengacu ke Standar Nasional Indonesia [2].

Tabel 1. Rekapitulasi Kebutuhan Material Tiap Jenis Benda Uji (dalam kg/m^3)

Kode Benda Uji	Semen	Pasir	Batu Apung	Air	Serat Ijuk	Keterangan
BN	462,50	521,19	1006,31	185,00	-	BN = Beton tanpa serat ijuk
BS	450,94	521,19	1006,31	185,00	11,56	BS = Beton serat ijuk

2.4 Pengujian Benda Uji

2.4.1 Pengujian slump

Mengetahui *workability* dari campuran beton ringan tanpa serat dan campuran beton ringan serat, maka sebelum pengecoran diadakan pengujian slump [22].

2.4.2 Pengujian kuat tekan

Pengujian kuat tekan dilaksanakan setelah benda uji silinder direndam dalam air selama 28 hari. Pengujian kuat tekan mengacu ke metode pengujian kuat tekan beton berdasarkan Standar Nasional Indonesia [23]. Perhitungan kuat tekan beton menggunakan persamaan (1).

$$Kuat\ tekan\ beton = \frac{P}{A} \qquad (1)$$

Dimana : P adalah beban maksimum (kN), dan A adalah luasan penampang (mm^2).

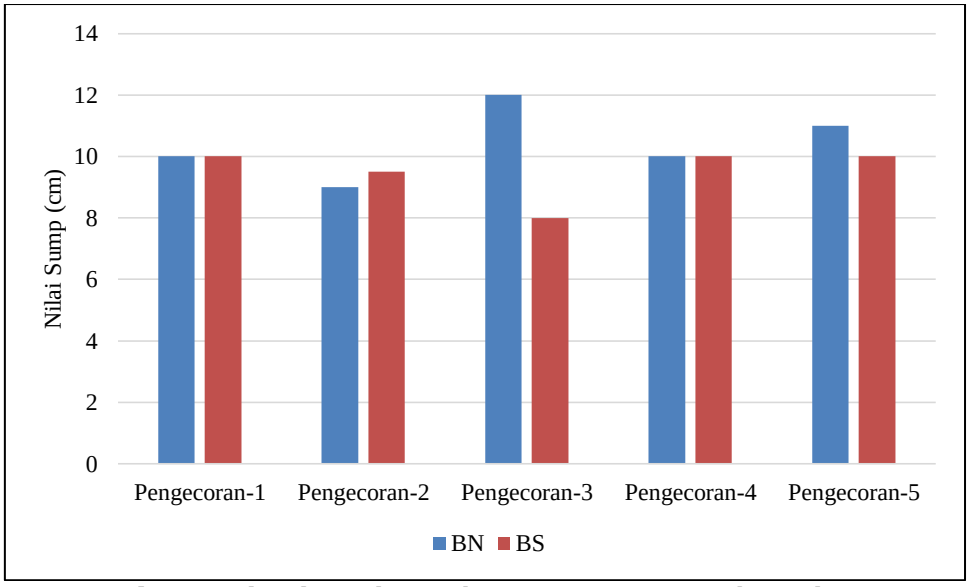
2.4.3 Pengujian kuat lentur

Pengujian kuat lentur dilaksanakan setelah benda uji balok direndam di dalam air selama 28 hari. Pengujian kuat lentur mengacu ke metode pengujian kuat lentur balok dengan dua beban [24].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Nilai Slump

Hasil pengujian slump seperti ditunjukkan pada gambar 3.



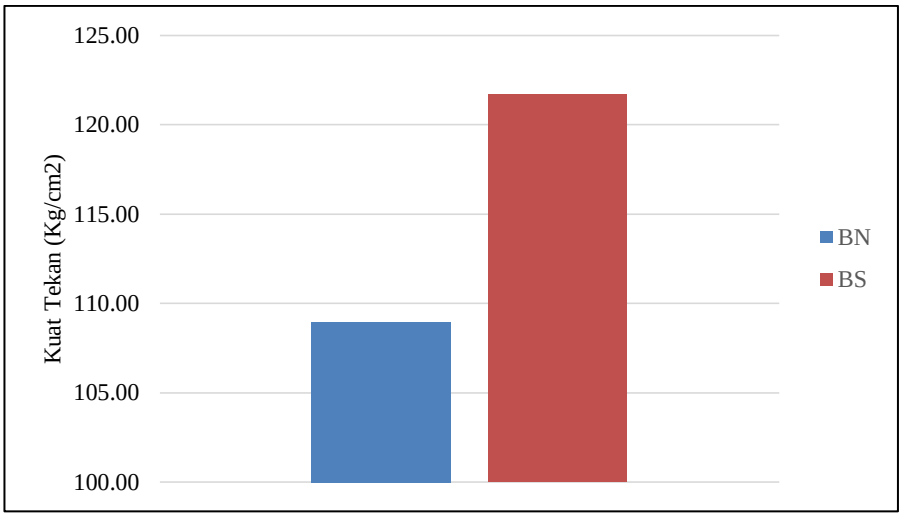
Gambar 3. Nilai Slump dari Berbagai Pengecoran Untuk BN dan BS

Nilai slump merupakan nilai perbedaan tinggi dari adukan dalam suatu cetakan berbentuk kerucut terpancung dengan tinggi adukan setelah cetakan diambil. Nilai slump diukur pada setiap pengecoran seperti ditunjukkan pada gambar 3.

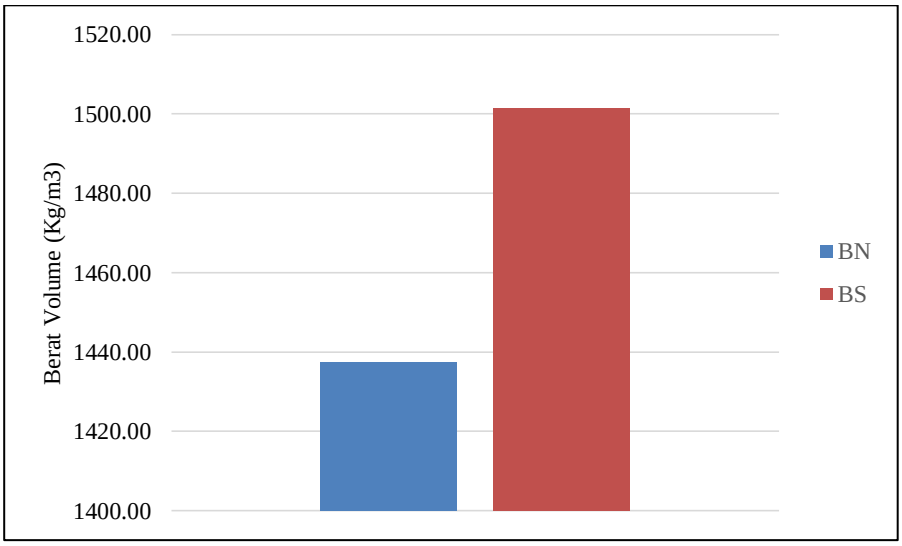
Berdasarkan grafik pada gambar 3 mengindikasikan bahwa dengan penambahan serat menyebabkan campuran menjadi lebih sulit dicampur dibandingkan dengan beton tanpa serat, dimana nilai slump rata-rata untuk BN dan BS masing-masing 10,4 cm dan 9,5 cm. Namun demikian nilai slump yang ditetapkan SNI untuk pengecoran balok adalah 7,5 – 15 cm. Maka nilai yang didapat dari pemeriksaan nilai slump bisa digunakan dalam pengecoran benda uji.

3.2 Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada setelah benda uji dicuring selama 28 hari. Hasil pengujian kuat dapat dilihat pada gambar 4 , dan berat volume beton ringan ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 4. Kuat Tekan Rata-rata BN dan BISA



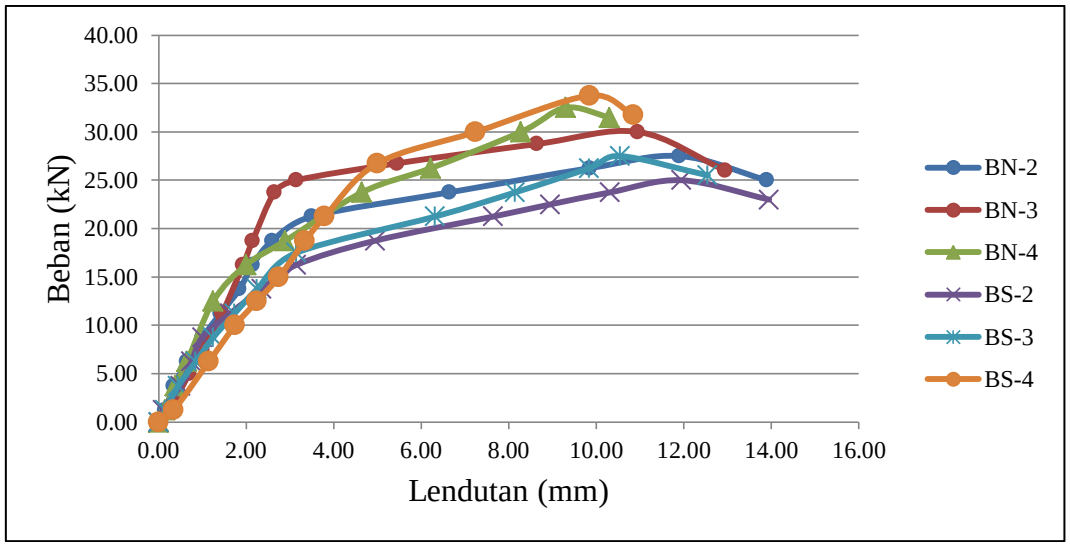
Gambar 5. Berat Volume Rata-rata BN dan BS

Berdasarkan gambar 4 dimana dengan penambahan serat ijuk pada beton, yang terjadi yaitu beton serat mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 12,75 Kg/cm^2 atau 11,70 % terhadap beton ringan tanpa serat ijuk. Pada gambar 5 menunjukkan berat volume untuk kedua

jenis memiliki berat volume masing-masing 1437,35 Kg/m^3 untuk beton normal BN dan 1501,48 Kg/m^3 untuk beton serat BS, ini mengindikasikan bahwa kedua jenis beton tersebut masuk dalam kategori beton ringan (1400-1850 kg/m^3).

3.4 Hubungan Beban dan Lendutan

Hubungan beban dan lendutan hasil pengujian balok beton ringan dengan variasi jumlah tulangan seperti ditunjukkan pada gambar 6.



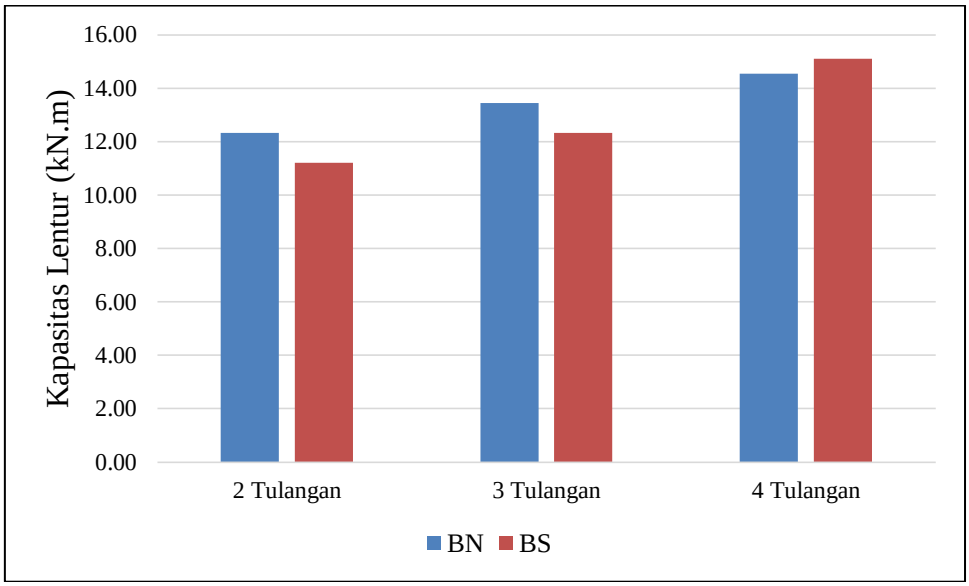
Gambar 6. Hubungan Beban Lendutan BN dan BS Dengan Berbagi Variasi Tulangan

Berdasarkan gambar 6 dapat dilihat bahwa kecendurang dari kedua jenis balok yaitu balok beton ringan tanpa serat dan balok dengan beton ringan menggunakan serat, bahwa balok beton normal BN-4 dan BS-4 mempunyai kapasitas yang lebih besar dalam menerima beban dibandingkan dengan balok lainnya. Prosentase kenaikan kapasitas Balok BN-4 adalah 18,88% dibandingkan dengan BN-1 dan Balok BS-4 adalah 35% dibandingkan dengan BS-1.

3.5 Kapasitas Lentur Balok

Kapasitas beban maksimum balok cenderung meningkat seiring dengan penambahan tulangan pada bagian bawah balok. Dari beban maksimum yang diperoleh pada saat pengujian maka momen lentur benda uji menggunakan persamaan Mu = 0,085 + 0,445.Pu, hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar 7.

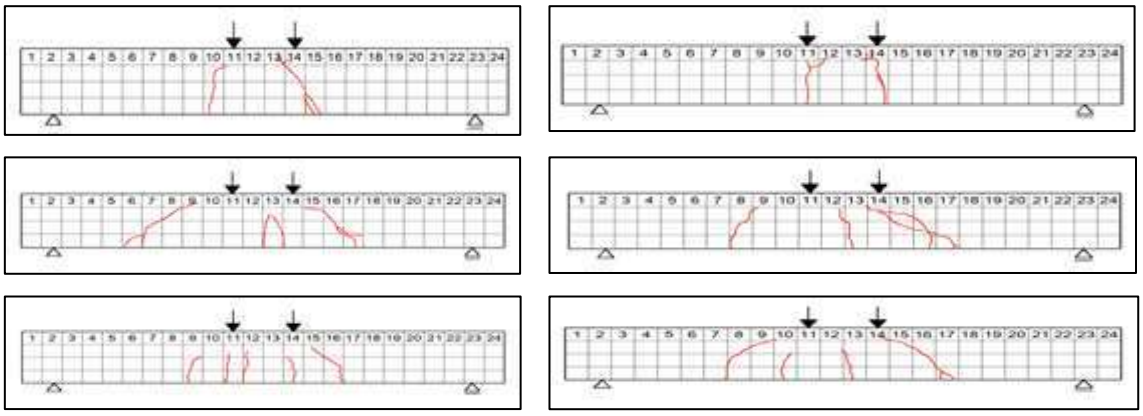
Gambar 7 dapat dilihat bahwa kapasitas lentur balok normal cenderung lebih baik dibandingkan dengan beton serat pada balok 2 tulangan dan 3 tulangan, namun pada saat menggunakan 4 tulangan kapasitas balok dengan beton serat memiliki kapasitas lebih besar 3,82% dibandingkan dengan balok beton ringan tanpa serat.



Gambar 7. Kapasitas Lentur Maksimum Masing-masing Tipe Balok

3.5 Pola Retak

Pola retak dari keenam variasi tulangan pada balok beton ringan tanpa serat maupun balok beton ringan dengan serat adalah terlihat retak awal terjadi ditandai dengan munculnya retak rambut pada bagian tarik balok, selanjutnya retak akan merambat ke arah atas balok sampai balok mencapai keruntuhan atau balok sudah tidak mampu menerima beban, yang ditandai dengan penurunan beban dengan lendutan yang semakin besar. Pola retak yang terjadi adalah retak lentur seperti diperlihatkan pada gambar 8.



a. Balok beton tanpa serat b. Balok beton serat

Gambar 8. Pola Retak pada Balok Betan Ringan Dengan Serat dan Tanpa Serat

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Beton dengan menggunakan batu apung agregat sebagai agregat kasar menghasilkan berat volume 1437,35 Kg/m^3 pada beton normal dan 1501,48 Kg/m^3 beton serat, sehingga kedua jenis beton tersebut dikategorikan sebagai beton ringan;
2. Penambahan serat ijuk pada beton ringan mampu memperbaiki kuat tekan beton sebesar 11,70%;
3. Penambahan 4 tulangan pada bagian bawah balok cenderung meningkatkan kapasitas balok beton ringan tanpa serat dan balok beton ringan berserat;
4. Retak yang terajadi pada kedua jenis balok beton bertulang adalah retak lentur.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengawetan serat ijuk, mengingat serat ini adalah serat alami. Sehingga dapat diketahui ketahan beton serat ijuk terhadap waktu atau lingkungan agresif.

DAFTAR PUSTAKA

[1] ACI 213R-2014, *Guide for Structural Lightweight Agregate Concrete*. 2014.
[2] SNI 03-3449, *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*. 2002.
[3] K. Miswar, "Beton Ringan Dengan Menggunakan Limbah Styrofoam," *Portal J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 1, pp. 33–39, 2018.
[4] X. I. Alex and K. Arunachalam, "Flexural Behavior Of Fiber Reinforced L ightweight Concrete," *Rev. la Constr.*, vol. 18, no. 3, pp. 536–544, 2019.
[5] P. Gunawan, A. S. Budi, and K. D. Wicaksono, "Kuat Lentur, Toughness, Dan Stiffness Pada Beton Ringan," *e-Jurnal Matriks Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 109–116, 2014.
[6] S. P. Sangeetha, R. Divahar, K. Mawlong, B. Lyngkhoi, and A. Kurkalang, "Mechanical Characteristics of Pumice Stone as Light Weight Aggregate in Concrete," *Int. J. Sci. Technol. Res.*, vol. 9, no. 1, pp. 3760–3762, 2020.
[7] A. Gaus, M. A. Sultan, R. Hakim, and I. Anggreni, "Substitusi Parsial Batu Apung Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran Beton," *J. Tek. Sipil Univ. Teuku Umar*, vol. 6, no. 2, pp. 11–19, 2020.
[8] P. Selvaprasanth, S. M. Kumar, and S. Indumathi, "Development Of Light Weight Concrete Using Pumice Stone," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 2003–2004, 2019.
[9] S. Eliazer *et al.*, "Perilaku Mekanis Beton Menggunakan Batuan Vulkanik (Batu Angus dan Batu Apung)," *J. Tekno*, vol. 17, no. 71, pp. 17–20, 2019.
[10] M. A. Sultan, M. T. Yudasaputra, and A. Gaus, "The Use Of Pumice As Raw Material For Cement Brick," *Int. J. Civ. Eng. Technol.*, vol. 10, no. 12, pp. 498–504, 2019.
[11] L. Malino, S. E. Wallah, and B. D. Handono, "Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Ditekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda," *J. Sipil Statik*, vol. 7 (6), no. ISSN 2337-6732, pp. 711–722, 2019.
[12] H. A. Haq and R. Andayani, "Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Dan Serat

Ijuk Pada Beton K-225 Terhadap Kuat Geser the Effect of Bendrat Fiber and Palm Fiber Increment on K-255 Concrete Toward Shear Streght," *J. Desain Konstr.*, vol. 16, no. 1, pp. 76–82, 2017.

[13] Y. L. D. Adianto, "Pengaruh Penambahan Serat Nylon terhadap Kinerja Beton," *Pengaruh Penambahan Serat Nylon terhadap Kinerja Bet.*, vol. 12, no. 2, pp. 1–12, 2004.

[14] S. W. Megasari, G. Yanti, and Z. Zainuri, "Karakteristik Beton Dengan Penambahan Limbah Serat Nylon Dan Polimer Concrete," *SIKLUS J. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 24–33, 2016.

[15] S. Pratiwi, H. Prayuda, and F. Prayuda, "Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Fibre Optic dan Pecahan Kaca (Compressive Strength of Fibre Concrete Using Fibre Optic Variation and Glass Fracture)," *Semesta Tek.*, vol. 19, no. 1, pp. 55–67, 2016.

[16] Z. Zainuddin, "Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Pada Beton Normal Dengan Uji Tekan dan Kuat Lentur," *D'teksi*, vol. 4, no. 2, pp. 36–47, 2012.

[17] H. Apriyanto, "Kapasitas Lentur Balok beton Bertulang Dengan Serat Sabut Kelapa," *J. Tek. Sipil dan Perenc.*, vol. 1, no. 13, pp. 45–52, 2013.

[18] M. Suhardiman, "Kajian Pengaruh Penambahan Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton," *J. Tek.*, vol. Vol. 1 No., p. 8, 2011.

[19] A. Junaidi, "Pemanfaatan Serat Bambu Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton," *Berk. Tek.*, vol. 5, no. 1, p. 754, 2015.

[20] N. Rochmah, "Pengaruh Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton," *J. Penelit. LPPM Untag Surabaya*, vol. 02, no. 01, pp. 52–56, 2017.

[21] C. Anwar, E. Bachtiar, and K. N. Nur, "Sifat Mekanik Beton Serat Ijuk Yang Terendam Air Laut," *Indones. J. Fundam. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 26–32, 2019.

[22] SNI 1972, "Cara uji slump beton," in *Badan Standardisasi Nasional*, 2008, p. 11.

[23] SNI 03-1974, "Metode Pengujian Kuat Tekan Beton," in *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1990.

[24] SNI 4431, *Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan*, no. 1–12. 2011.